Weitere Beiträge zur Beziehung zwischen Dichte u. Dissociationsgrad wässriger Salzlösungen :::

H. CLAUSEN

Weitere Beiträge zur Beziehung zwischen Dichte und Dissociationsgrad wässriger Salzlösungen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität

ROSTOCK

ACAD. LANDBAU BIBL.

vorgelegt von

Heinrich Clausen

aus Hamburg.

HAMBURG

Wilhelm Clausen.

1911.

Referent: Professor Dr. A. Heydweiller.

Vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung und unter Leitung von Herrn Professor Dr. A. Heydweiller im physikalischen Institut der Universität Rostock ausgeführt.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle

Herrn Professor Dr. A. Heydweiller

für die mir während der Ausführung meiner Arbeit gegebenen Ratschläge und die mir oft in liebenswürdiger Weise erteilte Hilfe meinen aufrichtigsten Dank zu sagen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551525_0016

Einleitung.

In einer Abhandlung in Band 50 von Wiedemanns Annalen machten Kohlrausch und Hallwachs auf den Zusammenhang zwischen der Dichte und dem elektrischen Leitvermögen wässriger Salzlösungen aufmerksam. Dieser Zusammenhang wurde von Heydweiller an bereits vorliegendem und an neu beigebrachtem Material*) näher untersucht und in die Form gebracht**)

$$\Delta_s = A_s\, i + B_s\,(1-i),$$

wo Δ_s die prozentische äquivalente Dichteänderung $100\,\frac{s-1}{m}$ der Lösung gegen Wasser von gleicher Temperatur, A_s den Einfluß der dissociierten, B_s den der nichtdissociierten Moleküle und i den Dissociationsgrad darstellt. Diese Beziehung, die W. F. Magie schon früher***) in etwas anderer Form aufgestellt hatte, erwies sich bei der Mehrzahl der darauf untersuchten Salze, den Chloriden, Bromiden, Jodiden, mehreren Nitraten, Sulfaten und allen untersuchten Kaliumsalzen als gültig.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie weit sich die Gültigkeit der Beziehung auf die meines Wissens kaum näher auf ihr Leitvermögen oder ihre Dichte untersuchten Chlorate, Chromate, das Lithiumjodat und das Ammoniumrhodanat erstreckt, und ferner an 2 Salzen, dem Kupferchlorat und dem Kaliumchlorid, welche Veränderungen die Konstanten der Beziehung durch die Temperatur erfahren.

Die Untersuchung der Chlorate mußte um so lohnender erscheinen, als die meisten dieser Salze leicht löslich sind; daher war zu erwarten, daß auch in größeren Concen-

*) J. Wigger, Inaugural-Diss., Rostock 1909.

**) A. Heydweiller, Verhandl. der Deutsch. Phys. Ges. 1909.
„ Annalen, vierte Folge, Band 30, S. 873.

***) Phys. Rev. 25, S. 171, 1907.

trationen die Dissociation weit genug geht, um die Eigenschaften der Jonen erkennen zu lassen und besonders solcher (2 wertiger) Kationen, die in Verbindung mit anderen Anionen sich abnorm verhalten.

Methoden.

Da es jetzt wohl als hinreichend bewiesen anzusehen ist, daß für die meisten Elektrolyte der Dissociationsgrad gleich $\frac{\Lambda}{\Lambda_0}$, dem Quotienten aus dem Äquivalentleitvermögen bei dem betreffenden Zustand und dem Äquivalentleitvermögen in unendlicher Verdünnung bei gleicher Temperatur ist, kam für die Bestimmung des Dissociationsgrades die Berechnung aus dem elektrischen Leitvermögen als bequemste und sicherste Methode in Betracht.

Das elektrische Leitvermögen wurde nach der von Kohlrausch ausgearbeiteten Methode mit Wechselstrom und Telephon gemessen.

Die Dichtebestimmungen wurden nach dem Auftriebsverfahren ausgeführt. In der anfangs erwähnten Arbeit von Kohlrausch und Hallwachs wird diese Methode als die geeignetste empfohlen, und auch in den von und unter Heydweiller ausgeführten Bestimmungen hat sie sich in etwas veränderter Form aufs beste bewährt.

Bestimmung des Leitvermögens.

Zur Bestimmung des Leitvermögens wurden größtenteils die schon zu Wiggers Arbeit benutzten Apparate in der von Kohlrausch und Holborn in dem Werke „Das Leitvermögen der Elektrolyte" ausführlich beschriebenen Weise verwandt.

Der Meßdraht der Walzenbrücke von Hartmann & Braun wurde neu kalibriert und die Korrektionen in einer Kurve graphisch dargestellt. Die aus dieser entnommenen Korrektionsgrößen erwiesen sich bis zuletzt als ausreichend. Auch das Widerstandsgefäß mit veränderlicher

Kapazität wurde neu kalibriert, und es ergab sich für die von Wigger gewählte Einstellung das gleiche Resultat. Während der meisten Messungen wurde dieselbe Kapazität beibehalten.

Das in $^1/_{10}$ Grade eingeteilte Thermometer, das dicht neben dem Widerstandsgefäß in ein Wasserbad eintauchte, wurde mit einem von der Phys. techn. Reichsanstalt geprüften Thermometer verglichen und bedurfte der Korrektionen bei 4^0: — 0,05 ^{0}, bei 18^0: — 0,05 ^{0}, bei 32^0: — 0,00 ^{0}. Bei den bei 18^0 ausgeführten Kapazitäts- und Widerstandsbestimmungen wurde das Thermometer als richtig angesehen. Der dadurch entstandene Fehler hebt sich heraus, da die Kapazität mit dem auf $18{,}00^0$ bezogenen Leitvermögen der Aichflüssigkeiten (1 und $\frac{1}{10}$ normal KCl Lösung) berechnet würde und also nur die Unterschiede der $\frac{d\varkappa}{dt}$ der verschiedenen Salze von dem $\frac{d\varkappa}{dt}$ des Kaliumchlorids in dem Intervall von $17{,}95^0$ bis $18{,}00^0$ zu berücksichtigen sind. Die an einigen Beispielen ausgeführte Rechnung zeigte, daß diese Abweichungen zu vernachlässigen sind.

Die Messungen wurden — mit Ausnahme der zur Bestimmung des Temperatureinflusses dienenden — anschließend an die bereits vorliegenden Beobachtungen bei der leicht constant zu erhaltenden Temperatur von 18^0 gemacht. Für die anderen Beobachtungen wurden die Temperaturen von 4^0 und 32^0 gewählt; die von 4^0 als die der größten Dichte des Wassers, die von 32^0 als die von 18^0 im gleichen Abstand nach oben befindliche wie 4^0 nach unten.

Auf 4^0 wurde die Temperatur des das Widerstandsgefäß umgebenden Wasserbades durch Zufluß von Eiswasser reguliert bei einer Umgebungstemperatur von 6^0 — 8^0.

Auf 32^0 erhielt ich die Badtemperatur durch eine als Heizkörper dienende eingetauchte Glühbirne bei gewöhnlich temperierter Umgebung.

Um Ungenauigkeiten zu vermeiden, wurden bei jeder Messung verschiedene Vergleichswiderstände genommen, z. B. 100, 110, 1000 und 1100 Ohm. Die einzelnen Resultate

wichen durchschnittlich um $^1/_{1000}$, selten mehr als um $^2/_{1000}$, von einander ab.

Von dem Leitvermögen der verdünnten Lösungen wurde das Leitvermögen des verwendeten destillierten Wassers abgezogen. Es wurde bei 18° bestimmt als $\varkappa_{18} = 5 \cdot 10^{-6}$, bei 4° und 32° als $\varkappa_4 = 4 \cdot 10^{-6}$ und $\varkappa_{32} = 6 \cdot 10^{-6}$.

Bestimmung der Dichte.

Für die Beobachtungen an konzentrierten Lösungen war die Bestimmung der Dichte mit einer guten Westphalschen Wage für den vorliegenden Zweck meist ausreichend. Man erhielt mit einigen Korrektionen noch die 4. Dezimale mit ziemlicher Annäherung. Die meisten Beobachtungen wurden mit einer Analysenwage von Sartorius mit einem Senkkörper von ca. 5,5 ccm und einige, die Herr Prof. Heydweiller selbst vornahm, mit einer feinen Rueprechtschen Wage und einem Reimannschen Senkkörper von etwa 5 ccm ausgeführt.

Erstere ergaben die 4. Dezimale und bei verdünnten Lösungen die 5. mit Annäherung, die letzteren lieferten auch noch die 5. Dezimale. In allen Fällen befanden sich Lösung und Lösungsmittel in zwei Reagenzgläsern nebeneinander in einem gemeinsamen Wasserbad von ungefähr vorgeschriebener Temperatur und wurde abwechselnd in beiden der Auftrieb bestimmt. Das Resultat brauchte nur auf den leeren Raum reduziert zu werden, um die auf Wasser von gleicher Temperatur bezogene Dichte zu liefern.

Da die Lösungen der Chlorate im allgemeinen eine geringe Benetzungsfähigkeit zeigten, bildete die ungleiche Benetzung des Platindrahtes, an dem der Senkkörper hing, eine Hauptfehlerquelle. Bei den Bestimmungen mit der Rueprechtschen Wage wurde dieser Einfluß durch die Feinheit des Drahtes (d = 0.06 mm) beseitigt, bei den anderen nach Kohlrausch' Angabe dadurch, daß der Aufhängedraht mit Lummer und Kurlbaumscher Lösung platiniert wurde. Solange der Draht nicht wieder an der durch die Oberfläche gehenden Strecke berührt worden war, wurde kein schädlicher Einfluß der Oberflächenspannung bemerkt.

Bei der Beobachtung der Dichte von 4^0 bezogen auf Wasser von 4^0 tauchte das als Wasserbad dienende Becherglas in ein zweites mit Eiswasser gefülltes Gefäß. Die Bestimmungen wurden ebenso wie die Leitvermögensmessungen bei einer Umgebungstemperatur von 6^0—8^0 ausgeführt und gelang es leicht, die Badtemperatur hinreichend lange konstant zu halten.

Da die Umgebungstemperatur nicht genügend gesteigert werden konnte und das Wasserbad entsprechend den Dimensionen des Wagenkastens nicht sehr groß sein durfte, waren einige Hilfsmittel erforderlich, um die Badtemperatur bei 32^0 konstant zu halten. Ich umgab daher das Badgefäß mit einer Heizspirale aus Manganindraht und setzte es in ein zweites mit Paraffinöl gefülltes Becherglas. Es ließ sich dann leicht ein elektrischer Strom einregulieren, der die an die Umgebung abgegebene Wärme wieder zuführte.

Eine Fehlerquelle lag dabei in der ungleichen Erwärmung der Wagebalken, sodaß für die verdünnteren Lösungen keine brauchbaren Resultate mehr erzielt wurden. Von einem weiteren Ausbau des Verfahrens wurde abgesehen, da die Versuche für die Theorie der Beziehung nicht von entscheidender Bedeutung sind.

Bestimmung des Gehaltes der Lösungen.

Soweit es möglich war, wurden die Lösungen von bekannter Normalität bequem und sicher hergestellt, indem abgewogene Mengen der reinen, trockenen Substanz*) mit bekanntem Krystallwassergehalt zu bestimmten Volumen gelöst wurden. Und zwar ging ich – die ausreichende Löslichkeit des Salzes vorausgesetzt – meistens von der vierfach Normallösung aus und stellte durch Verdünnen nach bekannten Volumenverhältnissen die 2, 1, 0,5, 0,2 und 0,1 Normallösungen her.

*) Es gelangten ausschließlich beste Kahlbaumsche Präparate zur Verwendung.

Vom Lithiumjodat ließ sich nicht, wie nach den Angaben von Grüneisen*) zu erwarten war, eine dreifach Normallösung herstellen, sondern die höchste bei 18° erreichte Konzentration war ca. 1,6 normal. Eine Prüfung ergab, daß tatsächlich Li JO_3 vorlag. Es muß sich also um eine andere Modifikation als die von Grüneisen beobachtete mit anderem Krystallwassergehalt und geringerer Löslichkeit gehandelt haben. Verschiedene Modifikationen mit verschiedener Löslichkeit sind ja auch bei Mg $(JO_3)_2$, bei Ca $(JO_3)_2$**), bei Co $(JO_3)_2$***), und bei Ca CrO_4†) beobachtet worden.

Viele Substanzen waren hygroskopisch und mußten im Exsiccator getrocknet werden. In diesem Falle wurde ungefähr die zur vierfach Normallösung erforderliche Menge in dem geaichten Meßkolben in den Exsiccator gestellt und die Wägungen in verschlossenem Kolben vorgenommen, um eine weitere währenddessen stattfindende Wasseraufnahme zu verhindern. Es konnte dann die Ausgangslösung in demselben Gefäß hergestellt werden.

Oft war jedoch die erwünschte Konstanz zweier aufeinander folgender Wägungen nicht zu erreichen; sei es, daß das Salz zu hygroskopisch war, sei es, daß ihm neben dem anhaftenden auch Krystallwasser entzogen wurde. Für viele Salze fand ich außerdem entweder keine Angaben über Krystallwassergehalt vorliegen oder die einzelnen Angaben voneinander abweichen.

In diesen Fällen mußte die Konzentration durch Interpolation nach vorhandenen Leitvermögen- oder Dichtebeobachtungen oder durch Analyse festgestellt werden.

Beim Zink- und Kupferchlorat wurde das Metall als Karbonat gefällt und als Oxyd gewogen. Beim Kupferchlorat wurde der Gehalt der Ausgangslösung außerdem durch eine Elektroanalyse bestimmt. Bei Zusatz von Oxal-

*) E. Grüneisen, Wiss. Abh. d. Phys. techn. Reichsanstalt, Bd. 4, S. 246.
**) F. Mylius und R. Funk, Wiss. Abh. d. P. t. R., Bd. 3, S. 446.
***) Meusser, Berichte chem. Ges. 34, 2433, 1901.
†) F. Mylius und J. v. Wrochem, Wiss. Abh. d. P. t. R., Bd. 3, S. 459.

säure und Ammoniumoxalat ließ sich das Kupfer vollkommen ausfällen. Diese Bestimmung durfte ich im hiesigen physikochemischen Laboratorium unter Anleitung von Herrn Prof. Kümmell ausführen, wofür ich auch an dieser Stelle bestens danke.

Die übrigen Bestimmungen wurden volumetrisch ausgeführt. Bei den Analysen der Chloratlösungen wurde nach den Angaben Bunsens zur Bestimmung von Mangansuperoxyd und anderen oxydierenden Substanzen verfahren: In einer kleinen, etwa 20 ccm fassenden Retorte wurde soviel von der zu untersuchenden Lösung abgewogen, daß ca. 0,15 g Chlorat zur Anwendung kamen; diese wurden mit etwa 10 ccm 20proz. Salzsäure vorsichtig erhitzt, bis alles entwickelte Chlor überdestilliert war. Als Vorlage diente eine umgekehrte weithalsige Retorte mit etwa 8proz. Jotkaliumlösung. Die bei der Einwirkung von H Cl auf das Clorat freiwerdenden 3 Cl_2 ($R Cl O_3 + 6 H Cl = R Cl + 3 H_2O + 3 Cl_2$) scheiden aus der K J-Lösung die äquivalente Menge Jod aus, die mit $Na_2S_2O_3$ titriert wird. Es entsprechen dann 6 J einem $R Cl O_3$. Um nichts zu verlieren, wurde der Inhalt der Vorlage und der Retorte zusammen in einen Erlenmeyerkolben gegossen und Retorte und Vorlage mit K J-Lösung nachgespült.

Gegen Ende der Reaktion, das durch die Farbenänderung des Retorteninhalts von gelbgrün in farblos angezeigt wurde, trat stoßweise Entwicklung von Wasserdampf ein. Das starke Stoßen wurde auch durch hinzugesetzte Granatsplitter*) bei vorsichtigstem Erhitzen und ca. 1 cm Abstand zwischen Retortenboden und erhitzter Asbestplatte nicht beseitigt. Deshalb konnte bei einzelnen Analysen das Erhitzen nicht solange fortgesetzt werden, bis, wie Bunsen verlangt, ungefähr die Hälfte des Kolbeninhalts überdestilliert ist und sicher keine meßbaren Mengen unzersetzten Chlorats mehr vorhanden sind. Daher läßt in diesen Fällen die Genauigkeit der Bestimmung zu wünschen übrig.

*) Platinschnitzel werden durch das naszierende Chlor angegriffen und beeinträchtigen die Bestimmung.

Die Chromate lassen sich bekanntlich ohne Destillation durch Salzsäure in Gegenwart von Jodkalium zersetzen und aus der freigemachten Menge Jod, die mit $Na_2S_2O_3$ titriert wird, bestimmen.

($R_2CrO_4 + 8HCl + 3KJ = 2RCl + CrCl_3 + 4H_2O + 3KCl + 3J$)

Die verwendete Bürette war von 5 zu 5 ccm kalibriert worden und bedurfte keiner Korrektionen. Die Titer der $Na_2S_2O_3$ Lösung war mehrfach mit ausreichender Genauigkeit bestimmt worden.

Zur Analyse gelangten nicht immer nur die Ausgangslösungen, sondern in Fällen, wo die Verdünnungen nicht einwandsfrei ausgeführt waren, und zur Nachprüfung der Volumverhältnisse auch die verdünnten Lösungen. Die geringe Benetzungsfähigkeit der Chlorate verhinderte beim Abmessen eines Volumens nämlich oft die scharfe Einstellung des Meniskus.

In Tabelle 37 ist eine Übersicht über sämtliche Konzentrationsbestimmungen gegeben. Zur Erklärung sei hinzugefügt, daß die ungefähr 4fach normale Lösung mit 4a normal bezeichnet wurde, die dann auf 2a, 1a, 0,5a, 0,2a und 0,1a verdünnt wurde. Neben die abgewogene Menge ist die für den verschiedenen möglichen Krystallwassergehalt berechnete Menge gestellt, woraus sich annähernd entnehmen läßt, welche Modifikation vorgelegen hat.

Sämtliche Konzentrationsangaben beziehen sich auf das Volumen bei 18°.

Ergebnisse.

Die folgenden Tabellen enthalten in Zahlen die Ergebnisse der Messungen. In ihnen ist anschließend an das bereits vorliegende Material folgende Bezeichnung gewählt:

Es bedeutet:

η die Konzentration in g Äqu. pro ccm,

$m = 1000\,\eta$ die Konzentr. in g Äqu. pro Liter,

$\varkappa$ das Leitvermögen in cm^{-1} Ohm^{-1},

$\Lambda = \frac{\varkappa}{\eta}$ das Äquivalentleitvermögen,

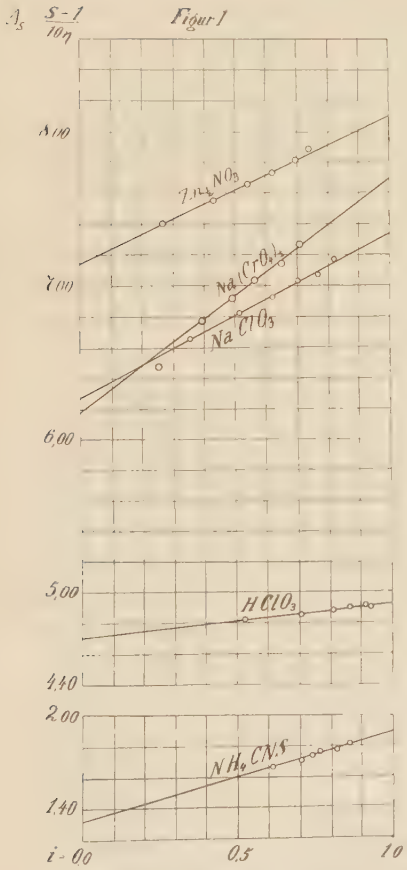
$s_{18/18}$ das spez. Gewicht bei 18° bezogen auf Wasser, von 18°,

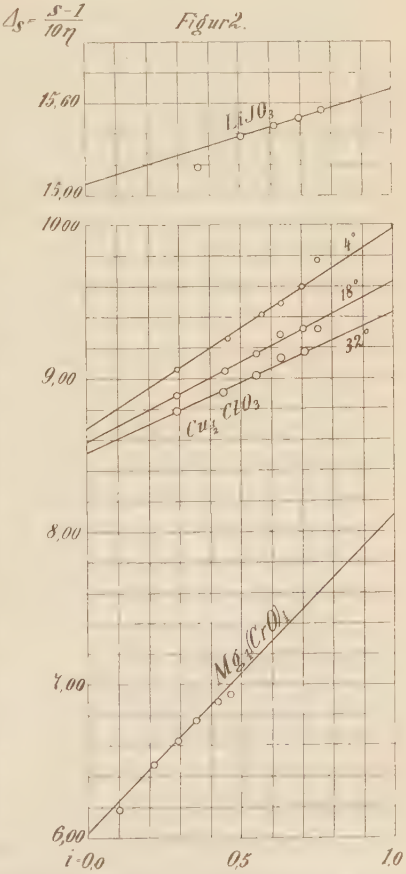
$s_{18/4}$ das spez. Gewicht bei 18° bezogen auf Wasser von 4°,

$i = \frac{\Lambda}{\Lambda_0}$ den Dissociationsgrad,

$\frac{s\text{-}1}{\gamma_1}$ $10\,\lambda_s = 1000\,\frac{s\text{-}1}{m}$ den äquivalenten Dichtezuwachs der Lösung gegen Wasser von gleicher Temperatur,

$A_s = \lambda_s$ für $i = 1$, $B_s = \lambda_s$ für $i = 0$.





Die Tabellen 1—21 geben die unmittelbaren Beobachtungen unter Fortlassung der nebensächlichen Daten wie Einstellung, Auftrieb etc. und die Werte von λ, i und λ_s,

sowie $s_{18}/_4$. Tabelle 1—15 und Tabelle 17 beziehen sich auf 18°, Tabelle 16 und 19 auf 4°, Tabelle 18 und 21 auf 32°. Λ_0 wurde durch Addition der Jonenbeweglichkeiten gefunden (nach Kohlrausch' letzten Angaben).

Bei der graphischen Darstellung, von der in Figur 1 und 2 einige Beispiele wiedergegeben sind, mit dem Dissociationsgrad i als Abscisse und dem äquivalenten Dichtezuwachs als Ordinate ließ sich bei allen untersuchten Salzen durch die meisten erhaltenen Punkte mit großer Annäherung eine Gerade legen. Abweichungen, die die Versuchsfehlergrenzen überschreiten, finden nur bei einigen Salzen in Punkten statt, die zu größeren Konzentrationen oder zu starken Verdünnungen gehören. Ersteres ist bei

$Ca_{1/2}\,ClO_3$, $Sr_{1/2}\,ClO_3$, $Ba_{1/2}\,ClO_3$, $Li\,(CrO_4)_{1/2}$,

$Na\,(CrO_4)_{1/2}$, $Mg_{1/2}\,(CrO_4)_{1/2}$ und $LiJO_3$ der Fall,

letzteres bei $Cd_{1/2}\,ClO_3$ und $Mg_{1/2}\,(CrO_4)_{1/2}$. Wie bereits früher*) beobachtet wurde, liegen auch hier sämtliche abweichenden Punkte unterhalb der durch die übrigen Punkte gelegten Geraden. Von diesen meist nicht erheblichen Abweichungen abgesehen, ist also die Beziehung

$$\Delta s = A_s\, i + B_s\,(1 - i) \quad \text{oder} \quad \Delta s = B_s + (A_s - B_s)\, i$$

bei allen Salzen erfüllt. Die Werte für A_s und B_s erhalten wir durch graphische Extrapolation als Schnittpunkte der einzelnen Geraden mit den Ordinaten $i = 1$ und $i = 0$. Setzen wir die erhaltenen Werte in unsere Formel ein, so ergibt sich zu jedem Werte von i der zugehörige von Δs. Diese berechneten Δs sind in den Tabellen 1—21 neben die aus den spezifischen Gewichten gefundenen gestellt; *d* ist die Differenz beider.

Wenn 10 B_s den Dichtezuwachs für ein nicht dissociiertes Grammäquivalent pro ccm darsteltt, so müssen wir denselben Wert erhalten, wenn wir $\frac{M}{s_1}$ ccm oder $\frac{M}{s_1} \cdot s_0$ gr Wasser durch M gr Substanz ersetzen, wo M das Äquivalentgewicht der in Lösung gehenden Substanz, s_1 ihr spezifisches Gewicht und s_0 das spezifische Gewicht des Wassers ist**),

*) Vergl. A. Heydweiller, l. c.

**) A. Heydweiler, l. c., S. 889.

vorausgesetzt, daß der Körper, solange er nicht dissociiert ist, in Lösung dasselbe Volumen wie im festen Zustand einnimmt. Es müßte also

$$10\,B_s = M - \frac{M \cdot s_o}{s_1} = \frac{M \cdot (s_1 - s_o)}{s_1} = 10\,D_s \text{ sein.}$$

Soweit Beobachtungen über s_1 vorlagen, ist D_s bezw. D'_s berechnet worden. $10\,D'_s$ stellt den berechneten äquivalenten Dichtezuwachs pro ccm dar unter Annahme, daß die Substanz auch in Lösung Krystallwasser bindet. Die Übereinstimmung ist jedoch, wie zu erwarten war, nur teilweise mit einiger Annäherung erfüllt. (Vergl. Tabelle 36.)

Bedeutend besser ist die Übereinstimmung zwischen $10\,A_s$ und dem aus den Anteilen des Anions und Kations, den Jonenmoduln, berechneten Dichtezuwachs $10.(A_{sa} + A_{sk})$ für ein dissociiertes Grammäquivalent pro ccm. Allerdings haben sich einige der zuletzt von Heydweiller veröffentlichten Werte der Jonenmoduln durch Berücksichtigung des durch diese Arbeit beigebrachten und anderen neuen Materials etwas verschoben, doch ist dadurch auch die allgemeine Übereinstimmung besser geworden.

In Tabelle 36 ist eine Zusammenstellung der beobachteten und berechneten Werte für A_s und B_s sowie der Differenzen $A_s - B_s$ gegeben. Der darin angegebene Wert von A_s für Magnesiumchromat ist als alleinige Ausnahme weit größer die Summe $A_{sa} + A_{sk}$. Man würde vielleicht den richtigen Wert erhalten, wenn man das Abbiegen der Punkte für die größeren Verdünnungen bei der Extrapolation berücksichtigte; zu dem Zweck müßten aber noch einige weitere Beobachtungen gemacht werden. (Vergl. Fig. 2.) Daß $Mg\,CrO_4$ als Verbindung zweier zweiwertiger Jonen eine Ausnahme bilden würde, war nach anderweitigen Erfahrungen wahrscheinlich.

Die Daten in Tabelle 16 — 21 zeigen das Verhalten von KCl und $Cu_{1/2}\,ClO_3$ bei 4^0, 18^0 und 32^0. (KCl wurde gewählt als oft beobachteter Elektrolyt mit großem $A_s - B_s$, $Cu_{1/2}\,ClO_3$ wegen der relativ großen Dichte der verdünnten Lösungen.) Es geht daraus hervor, daß die Beziehung für

$Cu_{1/2}$ ClO_3 auch bei 4° und 32° linear bleibt (Fig. 2). Die 3 Punkte, die die Beoachtungen über K Cl bei 32° lieferten, reichen nicht aus, um Sicheres über den Verlauf auszusagen. Durch die für K Cl bei 4° erhaltenen Punkte läßt sich zwar mit einiger Annäherung eine Gerade legen, doch ist der Wert für B_s dann so auffallend klein, daß man auf ihn nicht ohne weiteres die sonst für B_s gegebene Deutung übertragen kann. Daß nicht Versuchsfehler die Ursachen dieser Abweichungen von einem unter normalen Verhältnissen denkbaren Verlauf sind, ergibt sich daraus, daß eine Wiederholung der Versuchsreihe mit etwas verbesserter Anordnung Werte lieferte, die sich derselben Geraden anschlossen.

Aus dem Verlauf der 3 Geraden für $Cu_{1/2}$ ClO_3 läßt sich vorläufig nur schließen: Mit steigender Temperatur scheinen A_s, B_s und $A_s - B_s$ abzunehmen.

Ob diese Änderung von $A_s - B_s$ einer Änderung der Dielektrizitätskonstanten oder einer anderen Größe zuzuschreiben ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden, da über den Einfluß der Drucke auf die physikalischen Eigenschaften von Lösung und Lösungsmittel noch zu wenig bekannt ist. Die hier obwaltenden Verhältnisse bedürfen noch weiterer Untersuchung.

Aus den Werten für $\varkappa$ von K Cl und $Cu_{1/2}$ ClO_3 bei 4°, 18° und 32° sind für die Berechnung des Leitvermögens bei beliebiger Temperatur zwischen 4° und 32° nach der Formel $\varkappa_t = \varkappa_0 \cdot (1 + \alpha t + \beta t^2)$ die Werte von $\varkappa_0$, α und β berechnet worden und in Tabelle 38 zusammengestellt.

Es sei noch auf die Tabellen 22 — 35 hingewiesen, die die auf ganze Vielfache der Normalität interpolierten Werte für Λ, i, $s_{18/18}$ und $s_{18/4}$ enthalten. Die Werte von Λ sind aus den in Tabelle 1 — 20 gegebenen graphisch interpoliert. Aus ihnen ist i berechnet; die zu i gehörigen Werte von Δ_s sind den graphischen Darstellungen entnommen. Die aus Δ_s berechneten spezifischen Gewichte liefern als Mittel aus mehreren Beobachtungen besonders auch für die verdünnten Lösungen noch brauchbare Werte.

Zusammenfassung.

Es sind für eine Anzahl (16) bisher noch nicht untersuchter wässriger Salzlösungen die elektrische Leitfähigkeit und die Dichte bei 18° für Konzentrationen zwischen ca. 0,1 und 4 normal bestimmt worden. Die Konzentrationen wurden zum Teil aus den Gewichtsverhältnissen, durch die Dichte, zum größeren Teil durch chemische Analysen bestimmt.

Es ergab sich, daß für fast alle untersuchten Substanzen (mit Ausnahme von $Mg\,CrO_4$) die lineare Beziehung

$$\Delta_s = B_s + (A_s - B_s)\,i$$

zwischen proz. äqu. Dichtezuwachs und Äquivalentleitvermögen bezw. Dissociationsgrad mit großer Annäherung erfüllt ist.

Die Additivität der Joneneigenschaften fand für die Konstante A_s weitere Bestätigung und die Jonenmoduln für CNS, JO_3, ClO_3, $^1/_2CrO_4$, H, Zn, Cd, Cu konnten aus den Beobachtungen mit größerer, zum Teil bedeutend größerer Sicherheit als aus dem bisher vorliegenden Material abgeleitet werden.

An zwei Salzen, KCl und $Cu^1/_2\,ClO_3$, wurde der Einfluß der Temperatur durch weitere Beobachtungen bei 4° und 32° untersucht und aus letzteren die Temperaturkoeffizienten des Leitvermögens berechnet.

Tabelle 1. **Li Cl 0_3**

$\Lambda_0 = 88{,}4$ $A_s = 5{,}71$ $B_s = 5{,}09$

$m=1000\gamma_1$	$\varkappa_{18}$	$\Lambda_{18}=\left(\frac{\varkappa}{\gamma_1}\right)_{18}$	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$	$i_{18}=\left(\frac{\Lambda}{\Lambda_0}\right)_{18}$	Δs beob.	Δs ber.	d
2,190	0,1003	45,78	1,1186	1,1171	0,518	5,41	5,41	±
1,096	0,06102	55,66	1,0600	1,0585	0,630	5,48	5,48	±
0,548	0,03431	61,16	$1{,}0303_7$	$1{,}0289_5$	0,691	5,54	5,52	+0,02
0,219	0,01523	69,48	$1{,}0122_1$	$1{,}0108_0$	0,786	5,57	5,58	-0,01
0,110	0,008064	73,57	$1{,}0061_6$	$1{,}0047_7$	0,832	5,62	5,61	+0,01

Tabelle 2. **Na Cl 0_3**

$\Lambda_0 = 99{,}5$ $A_s = 7{,}33$ $B_s = 6{,}27$

4,164	0,1461	35,07	1,27701	1,27525	0,356	6,65	6,65	±
2,082	0,1060	50,94	1,14198	1,14041	0,517	6,82	6,82	±
1,041	0,06367	61,19	1,07205	1,07057	0,621	6,92	6,93	−0,01
0,513	0,03538	68,92	1,03610	1,03467	0,700	7,03	7,01	+0,02
$0{,}204_5$	0,01563	76,09	1,01455	1,01315	0,773	7,08	7,09	−0,01
$0{,}101_5$	0,008237	81,14	1,00727	1,00598	0,824	7,16	7,14	+0,02

Tabelle 3. **Mg $_{1/2}$ Cl 0_3**

$\Lambda_0 = 100$ $A_s = 7{,}34$ $B_s = 6{,}32$

4,046	0,1139	28,15	1,26735	1,26560	0,282	6,61	6,61	±
2,023	0,08959	44,29	1,13713	1,13557	0,443	6,78	6,77	0,01
$1{,}011_5$	0,05545	54,81	1,06953	1,06806	0,548	6,87	6,88	−0,01
$0{,}505_7$	0,03176	62,79	1,03533	1,03390	0,628	6,98	6,96	+0,02
$0{,}202_3$	0,01429	70,63	1,01426	1,01286	0,706	7,05	7,04	−0,01
$0{,}101_2$	0,007698	76,10	1,00718	1,00579	0,761	7,10	7,10	±

Tabelle 4. **Cd $_{1/2}$ Cl 0_3**

$\Lambda_0 = 101$ $A_s = 11{,}41$ $B_s = 10{,}47$

4,440	0,1097	24,71	1,4747	1,4727	0,245	10,69	10,70	+0,01
2,220	0,09245	41,65	1,2411	1,2394	0,412	10,86	10,86	±
1,110	0,05894	53,10	1,1216	1,1201	0,526	10,96	10,96	±
1,555	0,03395	61,17	$1{,}0612_9$	1,0598	0,606	11,04	11,04	±
0,222	0,01536	69,20	$1{,}0245_3$	1,0231	0,685	11,05	11,11	[-0,06]
0,111	0,008255	74,38	$1{,}0122_1$	1,0108	0,736	11,01	11,16	[-0,15]

Eckig geklammerte Werte stellen Abweichungen dar, die wahrscheinlich nicht auf Versuchsfehler zurückzuführen sind, sondern auf Ausnahmen schließen lassen. Rund geklammerte Werte sind unsicher.

Tabelle 5. **Zn** $^1/_2$ **Cl** O_3

$\Lambda_0 = 101$ $A_S = 9{,}46$ $B_S = 8{,}42$

$1000\,\eta$	$\varkappa_{18}$	Λ_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$	i_{18}	Δs beob.	Δs ber.	d
3,940	0,1139	28,91	1,3434	1,3416	0,286	8,72	8,72	±
1,970	0,08734	44,34	1,1747	1,1731	0,439	8,87	8,88	−0,01
0,985	0,05379	54,61	1,0885	1,0870	0,541	8,98	8,98	±
$0{,}492_5$	0,03054	62,01	1,0446	1,0432	0,614	9,06	9,06	±
$0{,}197_0$	0,01363	69,19	1,01799	1,01659	0,685	9,13	9.13	+
$0{,}098_5$	0,007300	74,12	1,00902	1,00763	0,734	9,16	9,18	−0,02
0,754	0,04351	57,70	1,0680	1,0665	0,571	9,02	9,01	+0,01

Tabelle 6. **Ca** $^1/_2$ **Cl** O_3

$\Lambda_0 = 106$ $A_S = 7{,}91$ $B_S = 7{,}02$

3,884	0,1343	34,58	1,2829	1,2811	0,326	7,28	7,31	[0,03]
1,942	0,09821	50,58	1,1446	1,1430	0,477	7,44	7,44	±
0,971	0,05893	60,69	1,0731	1,0716	0,573	7,53	7,53	±
0,485	0,03315	68,28	$1{,}0368_5$	1,0354	0,644	7,59	7,59	+
0,194	0,01460	75,18	$1{,}0148_5$	1,0134	0,709	7,65	7,65	+
0,0971	0,007801	80,35	$1{,}0074_8$	1,0061	0,758	7,70	7,69	+0,01

Tabelle 7. **Sr** $^1/_2$ **Cl** O_3

$\Lambda_0 = 106$ $A_S = 10{,}31$ $B_S = 9{,}36$

3,951	0,1206	30,52	1,3782	1,3763	0,288	9,57	9,63	[0,06]
1,975	0,09335	47,26	1,1933	1,1917	0,446	9,79	9,78	+0,01
0,988	0,05725	57,96	1,0976	1,0961	0,547	9,88	9,88	±
0,494	0,03245	65,70	$1{,}0419_5$	1,0405	0,620	9,95	9,95	±
0,1975	0,01463	74,07	1,0198	1,0184	0,699	10,02	10,02	±
0,0988	0,007835	79,34	$1{,}0099_6$	$1{,}0085_7$	0,748	10,08	10,07	+0,01

Tabelle 8. **Ba** $^1/_2$ **Cl** O_3

$\Lambda_0 = 110{,}0$ $A_S = 12{,}47$ $B_S = 11{,}52$

2	0,08956	44,78	1,23731	1,23560	0,407	11,87	11,91	[−0,04]
1	0,05621	56,21	1,12020	1,11866	0,511	12,02	12,01	+0,01
0,5	0,03236	64,72	1,06025	1,05879	0,588	12,05	12,08	−0,03
0,2	0,01474	73,70	1,02434	1,02293	0,670	12,17	12,16	+0,01
0,1	0,007960	79,60	1,01220	1,01080	0,724	12,20	12,21	−0,01

Tabelle 9. **H Cl O$_3$**

$\Lambda_0 = 370$ $A_s = 4{,}92$ $B_s = 4{,}70$

$1000\,\eta$	$\varkappa_{18}$	Λ_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$	i_{18}	Δs beob.	Δs ber.	d
3,284	0,6404	195,0	1,1583	1,1567	0,527	4,82	4,82	±
1,642	0,4310	262,5	1,0796$_3$	1,0781$_4$	0,709	4,85	4,86	−0,01
0,821	0,2469	300,7	1,0400$_3$	1,0386$_0$	0,813	4,88	4,88	±
0,410$_5$	0,1322	322,0	1,0201$_1$	1,0187$_1$	0,870	4,90	4,89	+0,01
0,163$_5$	0,05527	338,1	1,00802	1,00663	0,914	4,91	4,90	−0,01
0,0817	0,02831	346,3	1,00399$_6$	1,00261$_3$	0,936	4,90	4,91	−0,01

Tabelle 10. **Li (Cr O$_4$)** $^1/_2$

$\Lambda_0 = 105{,}4$ $A_s = 5{,}94$ $B_s = 4{,}83$

4,115	0,09355	22,73	1,20659	1,20493	0,216	5,02	5,07	[−0,05]
2,058	0,07631	37,08	1,10746	1,10593	0,352	5,22	5,22	±
0,823	0,04218	51,25	1,04437	1,04292	0,486	5,39	5,37	−0,02
0,4115	0,02455	59,66	1,02252	1,02110	0,566	5,47	5,46	−0,01
0,1629	0,01134	69,60	1,00902$_4$	1,00763$_1$	0,661	5,54	5,56	0,02
0,0815	0,006185	75,92	1,00458$_0$	1,00319$_4$	0,720	5,62	5,63	−0,01

Tabelle 11. **Na (Cr O$_4$)** $^1/_2$

$\Lambda_0 = 115{,}5$ $A_s = 768$ $B_s = 6{,}18$

4,264	0,1238$_5$	29,05	1,2758	1,2740	0,252	6,47	6,56	[−0,09]
2,132	0,09689	45,45	1,1442	1,1426	0,394	6,77	6,77	±
1,066	0,06072	56,96	1,0737	1,0722	0,493	6,92	6,92	±
0,533	0,03503	65,73	1,0375	1,0361	0,569	7,04	7,03	+0,01
0,213$_2$	0,01606	75,33	1,0152$_2$	1,0138	0,652	7,14	7,16	−0,02
0,106$_6$	0,008724	81,84	1,0077$_4$	1,0063$_5$	0,709	7,26	7,24	+0,02

Tabelle 12. **Mg** $^1/_2$ **(Cr 0$_4$)** $^1/_2$

$\Lambda_0 = 117$ $A_s = 8{,}12$ $B_s = 6{,}02$

4,936	0,06034	12,23	1,3052	1,3034	0,105	6,18	6,24	[−0,06]
2,468	0,06133	24,85	1,1596	1,1580	0,212	6,47	6,47	±
1,234	0,04217	34,17	1,0818	1,0803	0,292	6,63	6,63	±
0,617	0,02536	41,07	1,0417$_8$	1,0403$_4$	0,351	6,76	6,76	±
0,247	0,01209	48,99	1,0170$_1$	1,0156$_1$	0,419	6,89	6,90	−0,01
0,123$_4$	0,006770	54,86	1,0085$_7$	1,0071$_8$	0,469	6,94	7,00	[−0,06]

Tabelle 13. **Li JO_3**

Λ_0 67,36 A_s 15,70 B_s 15,07

1000 η	$\varkappa_{18}$	Λ_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$	i_{18}	Δs beob.	Δs ber.	d
1,608	0,03965	24,66	1,24432	1,24260	0,366	15,19	15,30	[0,11]
0,804	0,02731	33,97	1,12378	1,12223	0,504	15,39	15,39	±
0,402	0,01659	41,26	1,06215	1,06069	0,613	15,46	15,46	±
0,201	0,00943	46,89	1,03118	1,02976	0,697	15,51	15,51	±
0,100$_5$	0,005200	51,69	1,01564	1,01424	0,769	15,56	15,56	±

Tabelle 14. **Zn $^1/_2$ NO_3**

$\Lambda_0 = 107,7$ $A_s = 8,09$ $B_s = 7,13$

4,160	0,1245	29,93	1,3075	1,3057	0,278	7,40	7,40	±
2,080	0,09796	47,10	1,1570	1,1554	0,437	7,55	7,55	±
1,040	0,06105	58,71	1,0796	1,0781	0,545	7,65	7,65	±
0,520	0,03474	66,81	1,0401$_5$	1,0387	0,620	7,72	7,73	−0,01
0,208	0,01559	74,95	1,0162$_1$	1,0148$_5$	0,696	7,81	7,80	+0,01
0,104	0,008357	80,38	1,0081	1,0067	0,746	7,88	7,85	+0,03

Tabelle 15. **NH_4 C N S**

$\Lambda_0 = 120,6$ $A_s = 1,88$ $B_s = 1,32$

4	0,2960	74,00	1,06647	1,06500	0,613	1,66	1,66	±
2	0,1695	84,75	1,03403	1,03260	0,703	1,70	1,71	0,01
1	0,08988	89,88	1,01728	1,01588	0,745	1,73	1,74	−0,01
0,5	0,04700	94,00	1,00881	1,00742	0,779	1,76	1,76	±
0,2	0,01997	99,85	1,00345	1,00216	0,828	1,77	1,78	−0,01
0,1	0,01043	104,3	1,00181	1,00043	0,865	1,81	1,80	+0,01

Tabelle 16. **Cu $^1/_2$ $Cl O_3$; t = 4°**

$\Lambda_0 = 71,15$ $A_s = 9,97$ $B_s = 8,67$

1000 η	$\varkappa_4$	Λ_4	$s_4/_4$	i_4	Δs beob.	Δs ber.	d
3,605	0,07681	21,31	1,3265	0,299	9,06	9,06	±
1,803	0,05900	32,74	1,1668	0,460	9,26	9,27	−0,01
0,901	0,03613	40,10	1,0849	0,563	9,42	9,40	+0,02
0,451	0,02034	45,14	1,0427	0,634	9,49	9,49	±
0,180	0,009057	50,25	1,0173	0,706	9,60	9,59	+0,01
0,090$_1$	0,004837	53,66	1,008$_8$	0,754	(9,77)	9,65	+0,12

Tabelle 17. **Cu $^1/_2$ Cl O_3; t = 18°**

$\Lambda_0 = 101{,}0$ $A_s = 9{,}63$ $B_s = 8{,}58$

1000 η	$\varkappa_{18}$	Λ_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$	i_{18}	Δs beob.	Δs ber.	d
3,605	0,1077	29,89	1,3204	1,3186	0,296	8,89	8,89	+
1,803	0,08226	45,63	1,1631	1,1615	0,452	9,05	9,05	+
0,901	0,05063	56,20	1,0825	1,0810	0,556	9,16	9,16	+
0,451	0,02878	63,89	1,0418	1,0404	0,633	9,28	9,25	+0,03
0,180	0,01288	71,47	1,0168	1,0154	0,708	9,32	9,32	+
$0{,}090_1$	0,006908	76,65	1,0084	1,0070	0,759	(9,32)	9,38	0,06

Tabelle 18. **Cu $^1/_2$ Cl O_3; t = 32°**

$\Lambda_0 = 134{,}0$ $A_s = 9{,}43$ $B_s = 8{,}52$

1000 η	$\varkappa_{32}$	Λ_{32}	$s_{32}/_{32}$	i_{32}	Δs beob.	Δs ber.	d
3,605	0,1426	39,55	1,3167	0,295	8,79	8,79	+
1,803	0,1080	59,93	1,1609	0,447	8,93	8,93	+
0,901	0,06676	74,10	1,0813	0,553	9,02	9,02	+
0,451	0,03814	84,66	1,0412	0,632	9,14	9,09	+0,05
0,180	$0{,}01720_5$	95,47	$1{,}0165_3$	0,712	9,17	9,17	+
$0{,}090_1$	0,009217	102,3		0,763		9,21	

Tabelle 19a. **K Cl; t = 4°**

$\Lambda_0 = 92{,}29$ [$A_s = 5{,}61$ $B_s = 1{,}67$]

1000 η	$\varkappa_4$	Λ_4	$s_4/_4$	i_4	Δs beob.	Δs ber.	d
3,558	0,2357	66,25	1,1603	0,718	4,51	4,50	+0,01
2,007	0,1403	69,90	1,0933	0,758	4,65	4,65	±
0,992	0,07190	72,48	$1{,}047_2$	0,785	4,76	4,76	±
$(0{,}501_5$	0,03721	74,18	$1{,}024_2$	0,804	4,85	4,84	+0,01)

Tabelle 19b. **K Cl; t = 4°**

3	0,2025	67,50	1,1364	0,732	4,55	4,55	+
2	0,1398	69,90	1,0931	0,758	4,66	4,66	±
1	0,07220	72,20	1,0479	0,782	4,79	4,75	+0,04
0,5	0,03704	74,07	1,0246	0,803	4,92	4,83	+0,09
0,2	0,01546	77,30	1,0099	0,838	4,95	4,96	-0,01
0,1	0,007983	79,83	$1{,}0049_4$	0,865	4,94	5,07	0,13

Tabelle 20. **K Cl; t = 18°**

$\Lambda_0 = 130{,}1$ $A_s = 1{,}15$ $A_s = 2{,}96$

$1000\,\eta$	x_{18}	Λ_{18}	$s_{18}/_{18}$	i_{18}	Δs beob.	Δs ber.	d
3,558	*0,3074	86,40	1,1568	0,664	4,41	4,41	+
2,007	0,1857	92,54	1,0906	0,711	4,52	4,52	±
0,992	0,09741	98,20	*1,0457	0,755	4,61	4,61	+
(0,501$_5$	0,05124	102,2	1,0235	0,785	4,69	4,68	+0,01)
0,5	0,05105	101,1	**1,02358	0,785	4,72	4,68	+0,04
0,2	0,02154	107,7	**1,00955	0,828	4,77	4,77	+
0,1	0,01116	111,6	**1,00481	0,858	4,81	4,84	−0,03

Tabelle 21. **K Cl; t 32°**

$\Lambda_0 = 171{,}5$ $(A_s = 5{,}19$ $B_s = 2{,}74)$

$1000\,\eta$	x_{32}	Λ_{32}	$s_{32}/_{32}$	i_{32}	Δs beob.	Δs ber.	d
2,007	0,2341	116,6	1,0884	0,680	4,41	4,41	+
0,998	0,1254	125,9	1,0453	0,732	4,54	4,53	+0,01
0,501$_5$	0,06623	132,1	1,0232	0,770	4,63	4,63	+
0,5	0,06618	132,4		0,772		4,63	
0,1	0,02816	140,8		0,821		4,75	
0,1	0,01465	146,5		0,854		4,83	

Tabelle 22. **Li Cl O_3**

$\Lambda_0 = 98{,}5$ Interpoliert nach Tabelle 1

$1000\,\eta$	Λ_{18}	i_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$
2	47,5	0,537	1,1084	1,1069
1	56,6	0,640	1,0549	1,0534
0,5	62,0	0,701	1,0276	1,0262
0,2	70,1	0,793	1,0112	1,0098
0,1	73,9	0,836	1,0056	1,0042

Tabelle 23. **Na Cl O_3**

$\Lambda_0 = 98{,}5$ Interpoliert nach Tabelle 2

4	36,2	0,368	1,2666	1,2649
3	43,6	0,443	1,2025	1,2008
2	51,7	0,525	1,1367	1,1351
1	61,7	0,626	1,0694	1,0679
0,5	69,3	0,702	1,0351	1,0337
0,2	76,3	0,775	1,0142	1,0128
0,1	81,3	0,825	1,0072	1,0059

* Nach Beobachtungen v. Kohlrausch. ** Nach Beobachtungen v. Grüneisen.

Tabelle 24. $Mg_{1/2} Cl O_3$

$\Lambda_0 = 100$ Interpoliert nach Tabelle 3

$1000\,\eta$	Λ_{18}	i_{18}	$s_{18/18}$	$s_{18/4}$
4	28,4	0,284	1,264$_5$	1,262$_8$
3	36,0	0,360	1,200$_4$	1,198$_7$
2	44,5	0,445	1,135$_6$	1,134$_0$
1	55,0	0,550	1,068$_8$	1,067$_3$
0,5	62,9	0,629	1,0348	1,0334
0,2	70,7	0,707	1,0141	1,0127
0,1	76,2	0,762	1,0071	1,0057

Tabelle 25. $Cd_{1/2} Cl O_3$

$\Lambda_0 = 101$ Interpoliert nach Tabelle 4

4	27,6	0,273	1,428$_8$	1,426$_8$
3	35,1	0,348	1,323$_7$	1,321$_9$
2	43,7	0,433	1,217$_4$	1,215$_7$
1	54,6	0,541	1,109$_7$	1,108$_2$
0,5	62,2	0,616	1,0552	1,0538
0,2	69,9	0,692	1,0221	1,0207
0,1	75,1	0,744	1,0110	1,0096

Tabelle 26. $Zn_{1/2} Cl O_3$

$\Lambda_0 = 101$ Interpoliert nach Tabelle 5

4	28,5	0,282	1,348$_5$	1,346$_6$
3	35,6	0,352	1,263$_6$	1,261$_9$
2	44,1	0,437	1,177$_5$	1,175$_9$
1	54,4	0,539	1,089$_8$	1,088$_3$
0,5	61,9	0,613	1,0453	1,0439
0,2	69,1	0,684	1,0183	1,0169
0,1	74,1	0,734	1,0092	1,0078

Tabelle 27. $Ca_{1/2} Cl O_3$

$\Lambda_0 = 106$ Interpoliert nach Tabelle 6

4	34,7	0,318	1,290$_8$	1,289$_0$
3	41,6	0,392	1,220$_9$	1,219$_2$
2	50,0	0,472	1,148$_8$	1,147$_7$
1	60,3	0,569	1,075$_2$	1,073$_7$
0,5	68,0	0,642	1,0379	1,0365
0,2	75,0	0,708	1,0153	1,0139
0,1	80,1	0,756	1,0077	1,0063

Tabelle 28. $Sr_{1/2} Cl O_3$

$\Lambda_0 = 106$ Interpoliert nach Tabelle 7

$1000\,\eta$	Λ_{18}	i_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{28}/_{4}$
4	30,2	0,285	$1,382_8$	$1,380_9$
3	38,2	0,360	$1,291_0$	$1,289_2$
2	47,0	0,443	$1,195_7$	$1,194_1$
1	57,8	0,545	$1,098_8$	$1,097_3$
0,5	65,6	0,619	1,0498	1,0483
0,1	74,0	0,698	1,0200	1,0186
0,1	79,2	0,747	1,0101	1,0087

Tabelle 29. $H Cl O_3$

$\Lambda_0 = 370$ Interpoliert nach Tabelle 9

*(4	167	0,451	$1,192_0$	$1,190_4$)
3	206	0,557	$1,144_7$	$1,143_1$
2	247	0,668	$1,097_0$	$1,095_5$
1	292	0,788	$1,048_8$	$1,047_3$
0,5	317	0,857	1,0245	1,0230
0,2	335	0,905	1,0098	1,0084
0,1	344	0,930	1,0049	1,0035

Tabelle 30. $Li (Cr O_4)_{1/2}$

$\Lambda_0 = 105,4$ Interpoliert nach Tabelle 10

4	23,4	0,222	$1,200_6$	$1,199_0$
3	29,7	0,282	$1,154_5$	$1,152_9$
2	37,6	0,357	$1,104_6$	$1,103_1$
1	48,6	0,461	$1,053_4$	$1,053_0$
0,5	57,4	0,545	1,0272	1,0258
0,2	67,6	0,641	1,0111	1,0097
0,1	74,2	0,704	1,0056	1,0042

Tabelle 31. $Na (Cr O_4)_{1/2}$

$\Lambda_0 = 115,5$ Interpoliert nach Tabelle 11

4	30,9	0,268	1,260	1,258
3	38,3	0,332	1,200	1,198
2	46,7	0,404	$1,135_8$	$1,134_2$
1	57,8	0,500	$1,069_3$	$1,067_8$
0,5	66,5	0,575	$1,035_2$	$1,033_8$
0,2	75,9	0,657	1,0143	1,0129
0,1	82,5	0,714	1,0072	1,0058

* Extrapoliert.

Tabelle 32. $Mg_{1/2}$ $(Cr\,O_4)_{1/2}$

$\Lambda_0 = 117$ Interpoliert nach Tabelle 12

$1000\,\eta$	Λ_{18}	i_{18}	$s_{18}/_{18}$	$s_{18}/_4$
5	12,0	0,103	$1,309_0$	$1,307_2$
4	16,5	0,141	$1,252_0$	$1,250_3$
3	21,7	0,185	$1,192_0$	$1,190_4$
2	28,0	0,239	$1,130_4$	$1,128_9$
1	36,4	0,311	1,0667	$1,065_2$
0,5	43,0	0,368	1,0340	1,0326
0,2	50,6	0,433	$1,0138_4$	$1,0124_4$
0,1	56,5	0,493	$1,0070_5$	$1,0056_6$

Tabelle 33. Li J O_3

$\Lambda_0 = 67,36$ Interpoliert nach Tabelle 13

1	*31,21	0,463	1,1536	1,1520
0,5	*38,98	0,579	$1,0771_8$	$1,0757_0$
0,2	*46,88	0,696	$1,0310_2$	$1,0296_0$
0,1	*51,50	0,765	$1,1155_6$	$1,0141_6$

Tabelle 34. $Zn_{1/2}$ NO_3

$\Lambda_0 = 107,7$ Interpoliert nach Tabelle 14

4	31,1	0,289	$1,296_2$	$1,294_4$
3	39,0	0,362	$1,224_2$	$1,222_5$
2	47,9	0,445	1,1511	1,1495
1	59,3	0,551	1,0765	1,0750
0,5	67,2	0,624	1,0386	1,0372
0,2	75,2	0,698	1,0156	1,0142
0,1	80,6	0,748	$1,0078_4$	$1,0064_5$

Tabelle 35. $Cu_{1/2}$ Cl O_3

$\Lambda_0 = 101$ Interpoliert nach Tabelle 17

4	27,0	0,267	$1,354_0$	$1,352_1$
3	34,9	0,346	$1,268_0$	$1,266_3$
2	43,7	0,433	$1,180_6$	$1,179_0$
1	54,8	0,543	$1,091_4$	$1,08^0_9$
0,5	62,8	0,622	1,0459	1,0445
0,2	70,7	0,700	1,0186	1,0172
0,1	75,8	0,750	1,0094	1,0080

* Beobachtungen von Kohlrausch.

Tabelle 36. **Zusammenstellung**

der berechneten und beobachteten Werte des Dichtezuwachses für ein dissociiertes und nichtdissicoiiertes g Äquivalent.

Substanz	Λ_s beob.	$A_{sa} + A_{sk} = A_s$ ber.		B_s beob.	D_s *	D's *	$A_s - B_s$
Li Cl O_3	5,71	5,94 — 0,27	5,67	5,09			0,62
Na Cl O_3	7,33	5,94 + 1,41	7,35	6,27	6,38[1]) 6,00[2])		1,06
Mg $^1/_2$ Cl O_3	7,34	5,94 + 1,34	7,28	6,32			1,02
Cd $^1/_2$ Cl O_3	11,41	5,94 + 5,43	11,37	10,47			0,94
Zn $^1/_2$ Cl O_3	9,46	5,94 + 3,54	9,48	8,42			1,04
Ca $^1/_2$ Cl O_3	7,91	5,94 + 2,03	7,97	7,02			0,89
Sr $^1/_2$ Cl O_3	10,31	5,94 + 4,40	10,34	9,36	8,69[3])		0,95
Ba $^1/_2$ Cl O_3	12,47	5,94 + 6,56	12,50	11,52		11,05[3])	0,95
H Cl O_3	4,92	5,94 — 1,02	4,92	4,70		4,63[4])	0,22
Li $(Cr\ O_4)^1/_2$	5,99	6,32 — 0,27	6,05	4,81			1,18
Na $(Cr\ O_4)^1/_2$	7,68	6,32 + 1,41	7,73	6,18	5,13[5])		1,50
Mg $^1/_2(Cr\ O_4)^1/_2$	[8,12]	6,32 + 1,34	7,66	6,02		5,76[5])	2,10
Li JO_3	15,70	15,99 — 0,27	15,72	15,07			0,63
Zn $^1/_2$ NO_3	8,09	4,55 + 3,54	8,09	7,13		7,67[5])	0,96
NH_4 CNS	1,88	2,87 - 0,96	1,91	1,33	1,79[5])		0,55
Cu $^1/_2$ Cl O_3							
t = 4°	9,97			8,67			1,30
18°	9,63	5,94 + 3,64	9,58	8,58			1,05
32°	9,42			8,52			0,90
K Cl.							
t = 4°	[5,61]			[1,67]			[3,94]
18°	5,15	2,99 + 2,14	5,13	2,96			2,19
32°	(5,20)			(2,75)			(2,45)

*Berechnet nach den Beobachtungen des spezifischen Gewichts durch 1) Retgers, 2) Bödeker, 3) Schröder, 4) Kämmerer, 5) Clarke. — Vergleiche Landolt und Börnsteins Tabellen.

Tabelle 37.

Konzentrationsbestimmungen.

(Die mit (Kohlr) bezeichneten Angaben über Krystallwassergehalt etc. der Salze sind dem Werke „Leitvermögen der Elektrolyte“ von Kohlrausch und Holborn entnommen.)

Substanz	+ aq	Abgewogene Menge	Nach der Analyse berechnete Menge	Interpolation	Analyse	Reduktionsfaktor a
$LiClO_3$	O,z (Kohlr)	20,701 g	Oaq 19,8 g ½ aq 21,7 g		Maßanalyse 2a = 2,190₄ 1a = 1,096₀ 1a = 1,095₈	1,096
$NaClO_3$	O,1 (Kohlr) O (Kremers)	$1{,}035_6 \cdot \frac{4\,A}{10}$ g		Kremers S Reyher $S^{25}/_{25}$ 4a = 4,164 1a = 0,906 2a = 2,080 0,5a = 0,450 1a 1,040 0,2a = 0,180		1,041
$Mg^1/_2\ ClO_3$	6,z (Kohlr) 6 (Meußer)	$1{,}0115 \cdot \frac{4\,A}{10}$ g				$1{,}011_5$
$Cd^1/_2\ ClO_3$	2,z (Kohlr) 2 (Meußer)	70,00 g ungetrocknet	2 aq 69,62 g		Maßanalyse 4a = 4,414 2a = 2,233 1a = 1,110	1.110
$Zn^1/_2\ ClO_3$	6,z (Kohlr) 4 (Meußer)	60,133 ungetrocknet 60,103 getrocknet	6 aq 67,1 g 4 aq 59,99 g		Gew.-Anal. 2a = 1,975 1a = 0,983₅	0,985
		$0{,}754 \cdot \frac{A}{10}$ g		nach den übrigen Beob. 0,755	Maßanalyse 0,743	
$Ca^1/_2\ ClO_3$	2,z (Kohlr) 2 (Mylius & Funk)				Maßanalyse 4a = 3,909 2a = 1,931 0,5a = 0,485	0,971
$NH_4\ CNS$	O (Rüdorff)	$4 \cdot \frac{A}{10}$ g				1

$Sr_{1/2}$ $Cl O_3$	5,z (Kohlr)	57,77 g ungetrockn.	5 aq	68,1 g		Maßanalyse	
	C (Mylius & Funk)	57,66 g getrocknet	2 aq	57,43 g		4a = 3,951$_6$	
			0 aq	50,31 g		„ = 3,950	
						„ = 3,922	0,988
$Ba_{1/2}$ $Cl O_3$	1,1 (Kohlr)	4 . A / 10 g getrocknet					1
	1 (Kremers)						
H $Cl O_3$					Reyher $S^{25}/_{25}$	Maßanalyse	
					1a = 0,824	4a = 3,275	0,821
					0,5a = 0,409	1a = 0,822$_4$	
					0,2a = 0,161	0,2a' 0,163$_4$	0,818
						0,2a' 0,163$_5$	
$Li (Cr O_4)_{1/2}$	10,v (Kohlr)	47,43 g	2 aq	34,2		Maßanalyse	
	2 (Mylius & Funk)		$5^1/_2$ aq	47,1 g		5a 4,115	
			6 aq	49,0 g		„ = 4,108	0,823
						1a = 0,823	
						„ = 0,825	
					nach den übrigen Beob.	0,2a' = 0,162$_1$	0,815
					0,2a' = 0,162$_9$	0,1a' = 0,081$_6$	
Na $(Cr O_4)_{1/2}$	10,v (Kohlr)	54,06 g	10 aq	73,00 g	Slotte $S^{18}/_5$	Maßanalyse	
	6 (Salkowsky)		6 aq	57,64 g	2a = 1,848	4a = 4,264	1,065$_3$
					1a = 0,946	1a = 1,065$_4$	
					0,5a = 0,470		
$Mg_{1/2}$ $(Cr O_4)_{1/2}$	7,v (Kohlr)	59,96 g	7 aq	65,8 g		Maßanalyse	
						4a = 4,936	1,234
						0,5a = 0,618$_1$	
Li JO_3	0,z (Kohlr)						
	$^1/_2$? (Mylius & Funk)				nach Kohlrausch		
					Bestimmungen v. x		1,608
$Zn_{1/2}$ NO_3	6,z (Kohlr)	61,33 g	6 aq	61,97 g	nach Ostwald $S^{16}/_{25}$		0,141
					Dijken $S^{16}/_{16}$ Barnes $S^{17,5}/_4$		
$Cu_{1/2}$ $Cl O_3$	4,z (Meußer)					Fällungsanal.	
	6,z (Kohlr)					(4a = 3,636)	
						4a = 3,606	0,901$_3$
						Elektroanal.	
						4a = 3,605	

Tabelle 38. **Temperaturkoefficienten**

des elektrolytischen Leitvermögens

$$\varkappa_t = \varkappa_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

$Cu_{1/2} Cl O_3$

$1000\ \eta$	$\varkappa_0$	α	β
3,605	0,0687	0,0288	+ 0,00015
1,803	0,0528	0,0288	0,00012
0,901	0,0323	0,0292	0,00013
0,451	0,0181	0,0304	0,00013
$0,180_3$	0,00806	0,0304	(0,00016)
$0,090_1$	0,00429	0,0314	(0,00014)

K Cl

2,007	0,1279	0,0240	+ 0,000060
0,5	0,03324	0,0282	0,000086
0,2	0,01381	0,0294	0,000096
0,1	$0,007217$	0,0296	0,000104

Lebenslauf.

Ich, Carl Theodor Wilhelm Heinrich Clausen, evangelischer Konfession, wurde am 19. Juni 1887 als Sohn des Apothekers Carl L. Clausen und seiner Ehefrau Dorothea, geb. Claaßen, zu Hamburg geboren. Ostern 1897 kam ich in die Sexta der späteren Oberrealschule auf der Uhlenhorst und bestand Ostern 1906 an derselben Anstalt die Reifeprüfung. Dann hielt ich mich von Ostern 1906 bis Ostern 1908 studienhalber in Rostock, von Ostern 1908 bis Michaelis 1908 in Tübingen, von Michaelis 1908 bis Ostern 1909 in Berlin und seitdem wieder in Rostock auf. Am 17. Dezember 1910 bestand ich das Examen rigorosum. Meine akademischen Lehrer waren u. a. in Rostock: Geinitz Staude, Michaelis, Heydweiller, Dieterici, Weber u. Kümmel; in Tübingen: Vöchting, Paschen, Maurer, Waitz u. Gans; in Berlin: Schwarz, Lehmann, Filhé, Libisch u. Salkowski.

Ihnen allen, besonders meinen Rostocker Lehrern, danke ich herzlichst.

Berichtigung.

Seite 11 Zeile 16. Statt Jotkalium lies Jodkalium.
„ „ 17. „ Clorat „ Chlorat.
„ 15 „ 23. „ weit größer die
lies weit größer als die.
„ 18 Tab. 2 Zeile 1. Statt $\Lambda_0 = 99{,}5$ lies $\Lambda_0 = 98{,}5$.
„ 2 Kolonne 1 Zeile 5. Statt $0{,}204_5$ lies $0{,}205_4$.
„ 20 „ 11 Zeile 1. Statt $A_s = 768$ lies $A_s = 7{,}68$.
„ 22 „ 19b Kolonne 2 Zeile 6. Statt 0,007983
lies 0,007980.
„ 24 „ 27 „ 2 „ 1. Statt 34,7 lies 33,7.
„ 25 „ 28 „ 1 „ 6. „ 0,1 „ 0,2.
„ 27 „ 36 „ 2 „ 10. „ 5,99 „ 5,94.
„ 5 „ 10. „ 4,81 „ 4,83.
„ 8 „ 10. „ 1,18 „ 1,11.
„ 29 „ 37 „ 1 „ 2. „ C „ O.
„ 1 „ 12. „ 10,v „ 2,1.